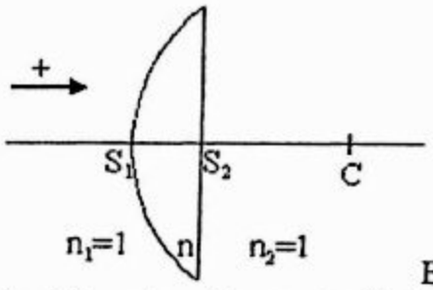
Exercice de révison :

A : Déterminer les éléments cardinaux (foyers, plans principaux et centre optique) d'une lentille plan convexe, de rayon de courbure R, d'épaisseur , en verre d'indice n, plongée dans l'air. La face convexe reçoit la lumière incidente.

Calculer l'interstice (H et H' étant les points principaux objet et image).



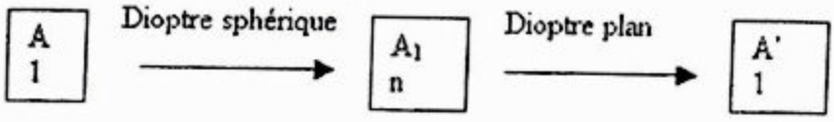
Envisager le cas e→0. Quelles sont les nouvelles positions des éléments cardinaux et celle du centre optique ?

B : Les caractéristiques de la lentille sont les suivantes :
Rayon de courbure R=5 cm, épaisseur $\overline{S_1S_2} = e = 3cm$
Indice du verre n=3/2.

1. Un objet lumineux AB de 2 mm de hauteur est placé à 3 cm **en avant** de la face convexe. Indiquer la position et la grandeur de l'image A'B' donnée par la lentille.
2. a) porter, sur papier millimétré à l'échelle 1 sur l'axe parallèle à l'axe optique et à l'échelle 10 sur l'axe perpendiculaire à l'axe optique, les éléments cardinaux du système.
   b) faire la construction des rayons permettant de déterminer la position de l'image en considérant le système centré.
3. Retrouver, par application des formules des systèmes centrés, la position et la grandeur de l'image A'B'.

Solution :

Partie A :



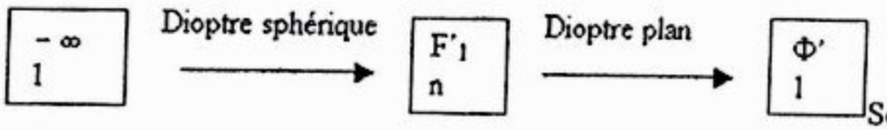
Formule de conjugaison avec origine au sommet du dioptre sphérique : $\frac{n}{\overline{S_1A_1}} - \frac{1}{\overline{S_1A}} = \frac{n-1}{\overline{S_1C_1}}$

(1).

Formule de conjugaison avec origine au sommet du dioptre plan : $\frac{1}{\overline{S_2A'}} = \frac{n}{\overline{S_2A_1}}$ (2)

Détermination des foyers objet et image :

Si on considère le système optique complet, en plaçant l'objet A en $-\infty$, l'image finale A' se trouve en Φ' foyer image du système centré. Si l'objet A se trouve en $-\infty$, l'image intermédiaire A_1 se trouve en F'_1 foyer image du dioptre sphérique. Le foyer image du système centré Φ' est donc l'image de F'_1 par le dioptre plan.



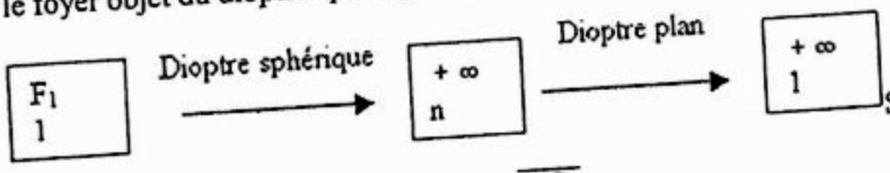
Soit :

ETUSUP .com

Dans l'équation (1) : $\overline{S_1F'_1} = \frac{n\overline{S_1C_1}}{n-1}$.

Dans l'équation (2) : $\overline{S_2\Phi'} = \frac{\overline{S_2F'_1}}{n} = \frac{\overline{S_2S_1} + \overline{S_1F'_1}}{n} = -\frac{e}{n} + \frac{\overline{S_1C_1}}{n-1}$.

Si on considère le système optique complet, en plaçant l'image finale A' en $+\infty$, l'objet A se trouve en Φ foyer objet du système centré. Si l'image finale A' se trouve en $+\infty$, l'image intermédiaire A_1 se trouve en $+\infty$ (dioptre plan). Le foyer objet du système centré Φ est donc le foyer objet du dioptre sphérique F_1.



Soit :

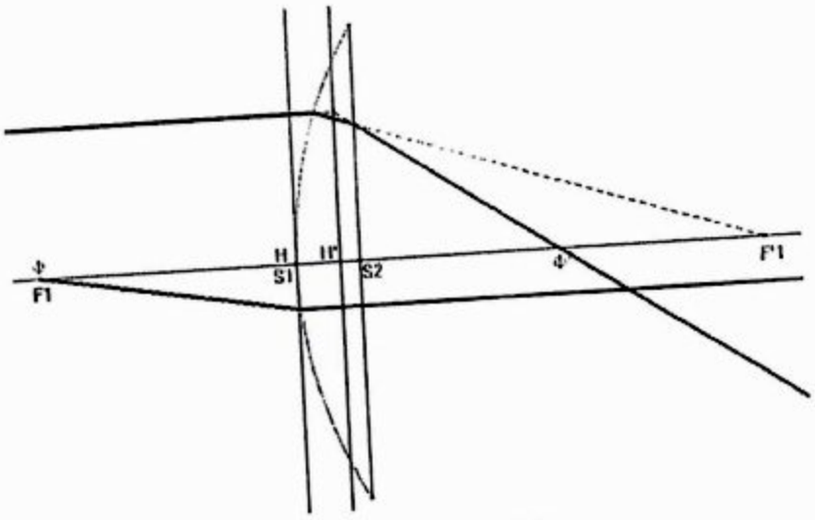
D'après l'équation (2) : $\overline{S_1\Phi} = \overline{S_1F_1} = -\frac{\overline{S_1C_1}}{n-1}$

<u>Détermination des points principaux H et H' :</u>

Le plan principal objet passe par l'intersection du rayon incident passant par Φ et du rayon émergent parallèle à l'axe. Il est perpendiculaire à l'axe optique.

En se plaçant dans le cadre de l'approximation de Gauss, c'est le plan tangent au dioptre sphérique en S_1.

Soit $H \equiv S_1$.



$$\overline{H\Phi} = \overline{S_1\Phi} = -\frac{\overline{S_1C_1}}{n-1}$$

Les milieux extrêmes étant identiques $\overline{H'\Phi'} = -\overline{H\Phi} = \frac{\overline{S_1C_1}}{n-1}$ de plus $\overline{H'\Phi'} = \overline{H'S_2} + \overline{S_2\Phi'}$.

$$\overline{S_2H'} = \overline{S_2\Phi'} + \overline{\Phi'H'} = \overline{S_2\Phi'} - \overline{H'\Phi'} = -\frac{e}{n} + \frac{\overline{S_1C_1}}{n-1} - \frac{\overline{S_1C_1}}{n-1} = -\frac{e}{n}.$$

Les milieux extrêmes étant identiques, le plan principal image passe par l'intersection du rayon incident parallèle à l'axe et du rayon émergent passant par Φ'. Il est perpendiculaire à l'axe optique.

Les milieux extrêmes étant identiques, les points principaux et les points nodaux sont confondus : $H \equiv N$ et $H' \equiv N'$.

ETUSUP .com

Calcul de l'interstice $\overline{HH'}$:

$$\overline{HH'} = \overline{S_1H'} = \overline{S_1S_2} + \overline{S_2\Phi'} + \overline{\Phi'H'} = e - \frac{e}{n} + \frac{\overline{S_1C_1}}{n-1} - \frac{\overline{S_1C_1}}{n-1} = e\left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

Si $e \to 0$, $\overline{HH'} \to 0$,
les plans principaux sont confondus ainsi que les points nodaux et le centre optique :
$H \equiv N \equiv H' \equiv N' \equiv O$.

Applications numériques

$\overline{S_1F'_1} = 15\text{cm}$,

$\overline{S_2\Phi'} = 8\text{cm}$,

$\overline{H\Phi} = -\overline{H'\Phi'} = 10\text{cm}$,

$\overline{S_1C_1} = 5\text{cm}$,

$\overline{S_1S_2} = 3\text{cm}$,

$n = \frac{3}{2}$,

$HH' = 1\text{cm}$.

Partie B :

1) Formule de conjugaison avec origine au sommet du dioptre sphérique :

$$\frac{n}{\overline{S_1A_1}} - \frac{1}{\overline{S_1A}} = \frac{n-1}{\overline{S_1C_1}} (1).$$

Formule de conjugaison avec origine au sommet du dioptre plan : $\frac{1}{\overline{S_2A'}} = \frac{n}{\overline{S_2A_1}}$ (2)

A partir de l'équation (1), on obtient : $\overline{S_1A_1} = \frac{n\overline{S_1A}.\overline{S_1C_1}}{\overline{S_1C_1} + (n-1)\overline{S_1A}}$.

A partir de l'équation (2), on obtient :

$$\overline{S_2A'} = \frac{\overline{S_2A_1}}{n} = \frac{\overline{S_2S_1} + \overline{S_1A_1}}{n} = -\frac{e}{n} + \frac{\overline{S_1A_1}}{n} = -\frac{e}{n} + \frac{\overline{S_1A}.\overline{S_1C_1}}{\overline{S_1C_1} + (n-1)\overline{S_1A}}.$$

$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$ car le grandissement d'un dioptre plan est 1 : $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = 1$.

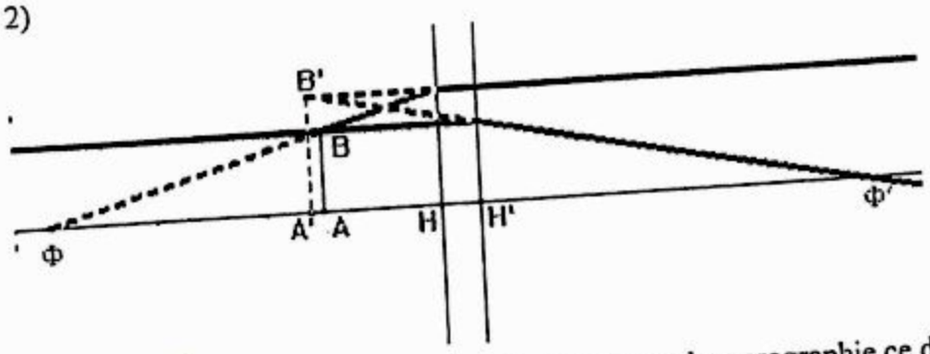
Formule de grandissement d'un dioptre sphérique avec origine au sommet :

$$\gamma = \frac{1}{n}\frac{\overline{S_1A_1}}{\overline{S_1A}} = \frac{.\overline{S_1C_1}}{\overline{S_1C_1} + (n-1)\overline{S_1A}}$$

Application numérique : $\overline{S_2A'} \approx -6{,}28\text{cm}$ et $\gamma \approx 1{,}43$

ETUSUP .com

2)



ATTENTION : Pour des raisons de mise en page et de reprographie ce dessin n'est pas à l'échelle 1.

3) Formule de conjugaison d'un système centré : $\frac{1}{\overline{H'A'}} - \frac{1}{\overline{HA}} = \frac{1}{\overline{H'\Phi'}}$

d'où $\overline{H'A'} = \frac{\overline{HA}\,\overline{H'\Phi'}}{\overline{HA} + \overline{H'\Phi'}}$.

Avec $\overline{HA} = -3\text{cm}$, on obtient $\overline{H'A'} \approx -4{,}28\text{cm}$.

$\overline{H'A'} = \overline{H'S_2} + \overline{S_2A'}$ donc $\overline{S_2A'} = \overline{H'A'} - \overline{H'S_2} = -6{,}28\text{cm}$.

$\gamma = \frac{\overline{H'A'}}{\overline{HA}} = 1{,}43$.

ETUSUP .com

ETUSUP.com

Programmation
Cours
Informatique
Optique
Chimie
Algébre
Corrigés
Mathématiques
Travaux Pratiques
Electricité
Physique
Résumés
Analyse
Diapo
Exercices
Livres
Contrôles Continus
Langues
MTU
Mécanique
Thermodynamique
Multimedia
Divers
Economie
Travaux Dirigés
Droit
Chimie Organique

et encore plus..